

Theorie Temperaturmessung

Grundlagen

Die Temperatur ist die Grundgröße zur Beschreibung des thermodynamischen Zustands eines Systems. Die Messung der Temperatur beruht auf der Tatsache, dass jeder Körper - z.B. auch ein Temperatursensor - im **Energieaustausch** mit seiner Umgebung steht. Der Energieaustausch wird bewirkt durch

- Wärmeleitung
- Konvektion
- Wärmestrahlung

Bei einer Temperaturmessung ist im idealen Fall der Temperatursensor im **thermischen Gleichgewicht** mit seiner Umgebung, d.h. es findet kein Energietransport vom oder zum Sensor statt. In diesem Fall kann man zwar die relative Gleichheit der Temperaturen des Sensors und der Umgebung feststellen, es ist jedoch keine Absolutaussage möglich. Dazu bedarf es der Fixierung eines Bezugspunktes. Mit dem **Bezugspunkt** und der Kenntnis des Temperaturverhaltens des Vergleichsmediums (Sensor) ist eine Temperaturskala definiert.

Als Temperaturskala ist in Europa, neben der Kelvin - Skala, die Celsius - Skala zugelassen. Die Kelvin Skala bezieht sich auf die thermodynamisch kleinste mögliche Temperatur = 0 K und dem **Tripelpunkt** von Wasser $T_{Tr} = 273,16 \text{ K}$ wobei die Einheit 1 Kelvin = 1 K ist.

Als Abkürzung für die Temperatur wird üblicherweise T verwendet. Der Tripelpunkt von Wasser ist jene Temperatur, bei der die 3 Aggregatzustände des Wassers - fest, flüssig und gasförmig - koexistieren können. Die Celsiusskala ist gegenüber der Kelvinskala um 273,15 K verschoben, sodass bei einem Normalluftdruck von 1013,25 mbar der Schmelzpunkt des Wassers bei 0 °C bzw. 273,15 K liegt. Die Einheit der Celsiusskala ist 1 °C und ist identisch mit 1 K, als Abkürzung wird üblicherweise t verwendet.

Alle Temperaturskalen (IPTS-68 oder TTS) wurden 1990 durch die internationale **Temperaturskala ITS-90** ersetzt, was u.a. zur Folge hat, dass als Fixpunkt für die Celsiusskala nicht mehr der Siedepunkt von Wasser bei 1013,25 mbar = 100°C herangezogen wird. Als Konsequenz siedet Wasser unter Normalluftdruck nach ITS-90 schon bei 99,974 °C.

Formel:	$t \text{ [}^\circ\text{C]} = T - 273,15$		
	z.B. 250 K	=	$(250 - 273,15)^\circ\text{C} = -23,15^\circ\text{C}$
	$T \text{ [K]} = t + 273,15$		
	z.B. 50 °C	=	$(50 + 273,15) \text{ K} = 323,15 \text{ K}$

Messmethoden

Die verschiedene Temperaturmessverfahren können grob in mechanische und elektronische eingeteilt werden.

Unter den **mechanischen** sind vor allem Bimetallstreifen, Flüssigkeitsthermometer (z.B. Quecksilber Hg - in einem Kapillarrohr) und Gasthermometer (Druckerhöhung bei festem Volumen) allgemeiner bekannt.

In der **industriellen Messtechnik** kommen hauptsächlich **elektronische** Temperaturmessmethoden zur Anwendung, wobei meist die Änderung eines elektrischen Widerstandes mit der Temperatur ausgewertet wird. Allgemeiner bekannt sind z.B. PTC-Elemente (positive temperature coefficient) für thermische Schutzschaltungen, NTC-Elemente (negative temperature coefficient) für Messaufgaben mit geringerer Genauigkeit.

Für **genauere Messaufgaben** komme zumeist temperaturabhängige **Metallwiderstände** zum Einsatz, wobei u.a. Platin, Molybdän oder Nickel als Sensormaterialien Verwendung finden.

E+E Temperaturmessumformer verwenden als Messzelle **Platin-Temperatursensoren**. Die Charakteristik und Toleranzen sind in der IEC 751 bzw. in der EN 60751 festgelegt.